

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 10 月 18 日 (18.10.2001)

PCT

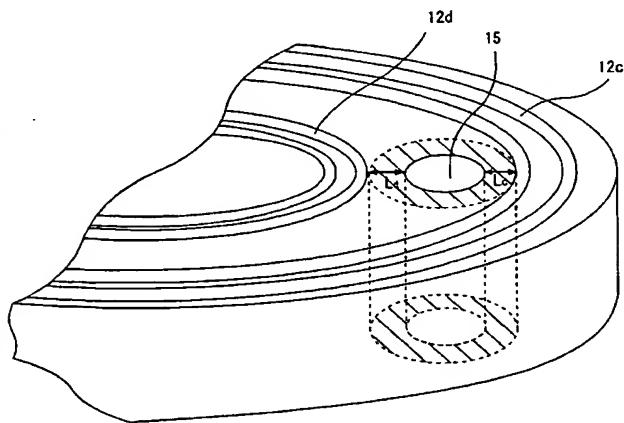
(10) 国際公開番号  
WO 01/78455 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H05B 3/10, 3/20, 3/68, 3/16, H01L 21/66, 21/68
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/03027
- (22) 国際出願日: 2001 年 4 月 9 日 (09.04.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2000-108508 2000 年 4 月 10 日 (10.04.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平松靖二 (HIRAMATSU, Yasuji) [JP/JP]. 伊藤康隆 (ITO, Yasutaka) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
- (74) 代理人: 安富康男, 外 (YASUTOMI, Yasuo et al.); 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目4番20号 中央ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC BOARD

(54) 発明の名称: セラミック基板



(57) Abstract: A ceramic board having a heating surface which can be controlled to provide a uniform temperature distribution even if the ceramic board is formed with through-holes for lifter pin or support pin insertion or other purposes. A ceramic board having a heater consisting of one or more circuits installed on or in the ceramic board and also having through-holes formed therein, the ceramic board being characterized in that the heating circuit or circuits are formed within 20 mm or less away from the inner walls of the through-holes.

(57) 要約:

本発明の目的は、セラミック基板にリフターピンや支持ピン挿入用等の貫通孔が形成されていても、上記セラミック基板の加熱面を均一な温度に制御することができるセラミック基板を提供することにある。本発明は、セラミック基板の表面または内部に1または2以上の回路からなる発熱体が配設されてなるとともに、貫通孔が設けられてなるセラミック基板であって、上記貫通孔の内壁から20 mm以下の範囲に上記発熱体回路が形成されていることを特徴とする。

WO 01/78455 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## セラミック基板

## 技術分野

本発明は、主に半導体産業において使用されるセラミック基板に関し、特に、  
5 加熱面の温度均一性に優れるセラミック基板に関する。

## 背景技術

エッチング装置や、化学的気相成長装置等を含む半導体製造・検査装置等においては、従来、ステンレス鋼やアルミニウム合金などの金属製基材を用いたヒータやウエハプローバ等が用いられてきた。  
10

ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。

まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、15mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪み等が発生してしまい、金属板上に載置したシリコンウエハが破損したり傾いたりしてしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータ  
15 の重量が重くなり、また、嵩張ってしまうという問題があった。

また、抵抗発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、シリコンウエハ等の被加熱物を加熱する面（以下、加熱面という）の温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に  
20 追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

そこで、特開平4-324276号公報では、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい非酸化物セラミックである窒化アルミニウムを使用し、この窒化アルミニウム基板中に抵抗発熱体とタングステンからなるスルーホールとが形成され、これらに外部端子としてニクロム線がろう付けされたセラミックヒータが提案されている。  
25

このようなセラミックヒータでは、高温においても機械的な強度の大きいセラミック基板を用いているため、セラミック基板の厚さを薄くして熱容量を小さくすることができ、その結果、電圧や電流量の変化に対してセラミック基板の温度を迅速に追従させることができる。

通常、この種のセラミックヒータでは、セラミック基板にリフターピンや支持ピン挿入用等の貫通孔が形成され、この貫通孔にリフターピンや支持ピン等を挿通させることにより、シリコンウエハ等の被加熱物を搬送機に渡したり、搬送機からシリコンウエハ等を受け取ったり等することができるようになっている。

5

#### 発明の要約

上述したような構成からなるセラミックヒータでは、上記貫通孔は、抵抗発熱体が存在しない領域であって、シリコンウエハ等を支持することができる箇所に形成されているが、通常、上記貫通孔と上記抵抗発熱体との距離が離れて形成されているため、上記貫通孔の周辺にクーリングスポットが発生しやすく、このため、セラミック基板の加熱面の温度を均一に制御することができないという問題があった。

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、リフターピンや支持ピン挿入用等の貫通孔と抵抗発熱体とが設けられたセラミック基板であっても、  
15 加熱面を均一な温度に制御することができ、その結果、被加熱物を均一な温度になるように加熱することができるセラミック基板を提供することを目的とする。

すなわち、本発明は、セラミック基板の表面または内部に1または2以上の回路からなる発熱体が配設されてなるとともに、貫通孔が設けられてなるセラミック基板であって、

20 上記貫通孔の内壁から20 mm以下の範囲に上記発熱体回路が形成されていることを特徴とするセラミック基板である。

本発明のセラミック基板では、リフターピンや支持ピン挿入用等の貫通孔の内壁から20 mm以下の領域（図2参照）に発熱体が形成されているため、上記貫通孔の内壁から放出される熱量と上記発熱体から貫通孔の周辺に供給される熱量  
25 とがほぼつり合い、上記貫通孔の周辺には、セラミック基板の温度が上昇しても、クーリングスポットが発生することはない。従って、上記セラミック基板の加熱面を均一な温度に制御することが可能となる。なお、上記貫通孔の内壁から20 mm以下の領域に発熱体が接していれば、貫通孔の内壁から20 mm以下の領域に発熱体が形成されることになることはいうまでもない。

また、貫通孔内壁は、放熱により温度が下がりやすいため、貫通孔内壁の熱膨張とセラミック基板内部の熱膨張との程度の差により、上記貫通孔にクラックが発生する場合があるが、本発明では、そのようなクラックの発生を抑止することができる。

- 5      また、本発明では、貫通孔の内壁から 0.1 ～ 2.0 mm の範囲に上記発熱体回路が形成されていることが望ましい。

貫通孔の内壁と発熱体回路との距離が、0.1 mm 未満では、リフターピン等が金属の場合に、発熱体とリフターピンとの間で電氣的な短絡が発生して装置本体を破損したり、発熱体の電力制御ができなくなる等の問題が発生するからである。

10

また、0.1 mm 未満では、貫通孔周辺に温度が過剰に高くなるホットスポットが発生してしまい。結局加熱面の温度を均一にすることができないからである。

さらに、上記セラミック基板の厚さは、1.5 mm を超えることが望ましい。

15      図面の簡単な説明

図 1 は、本発明のセラミック基板の一例であるセラミックヒータを模式的に示す底面部である。

図 2 は、図 1 に示したセラミック基板の部分拡大斜視図である。

- 図 3 は、図 1 に示すセラミックヒータの一部を模式的に示す部分拡大断面図である。

20

図 4 において、(a) は、静電チャックを模式的に示す縦断面図であり、(b) は、(a) に示した静電チャックの A-A 線断面図である。

図 5 は、静電チャックに埋設されている静電電極の別の一例を模式的に示す水平断面図である。

25

図 6 は、静電チャックに埋設されている静電電極の更に別の一例を模式的に示す水平断面図である。

図 7 は、本発明のセラミック基板の一例であるウエハプローバを模式的に示す断面図である。

図 8 は、図 7 に示したウエハプローバの平面図である。

図 9 は、図 7 に示したウエハプローバにおける A-A 線断面図である。

図 10 は、(a) ~ (d) は、本発明のセラミックヒータを製造方法の一例を模式的に示す断面図である。

5 符号の説明

- 10 1 0 セラミックヒータ
- 1 1 a 加熱面
- 1 1 b 底面
- 1 2 a ~ 1 2 d 抵抗発熱体
- 10 1 3 a ~ 1 3 f 端子部
- 1 4 有底孔
- 1 5 貫通孔
- 1 6 リフターピン
- 1 7 外部端子
- 15 1 9 半導体ウエハ (シリコンウエハ)

発明の詳細な開示

本発明のセラミック基板は、セラミック基板の表面または内部に 1 または 2 以上の回路からなる発熱体が配設されてなるとともに、貫通孔が設けられてなるセラミック基板であって、

上記貫通孔の内壁から 20 mm 以下の範囲に上記発熱体回路が形成されていることを特徴とするものである。

図 1 は、本発明のセラミック基板の一例であるセラミックヒータを模式的に示す底面図であり、図 2 は、図 1 に示したセラミックヒータの部分拡大斜視図であり、図 3 は、図 1 に示すセラミックヒータの一部を模式的に示す部分拡大断面図である。

図 1 に示したように、セラミック基板 11 は、円板状に形成されており、このセラミック基板 11 の底面には、周縁部に近い部分に屈曲形状の回路からなる抵抗発熱体 12 a が形成され、それよりも内側の部分に略同心円形状からなる抵抗

発熱体 1 2 b ~ 1 2 d が形成され、これらの回路を組み合わせ、加熱面 1 1 a での温度が均一になるように設計されている。

また、抵抗発熱体 1 2 a ~ 1 2 d は、酸化を防止するために金属被覆層 1 2 0 が形成され、その両端に入出力用の端子部 1 3 a ~ 1 3 f が形成されており、さらに、この端子部 1 3 a ~ 1 3 f には、図 3 に示したように外部端子 1 7 が半田等を用いて接合されている。なお、図 3 には、図示していないが、この外部端子 1 7 には、配線を備えたソケット等が接続され、電源との接続が図られるようになっている。

また、セラミック基板 1 1 には、測温素子を挿入するための有底孔 1 4 が形成されており、中央に近い部分には、リフターピン 1 6 を挿通するための貫通孔 1 5 が設けられている。

このリフターピン 1 6 は、その上にシリコンウエハ 1 9 を載置して上下させることができるようになっており、これにより、シリコンウエハ 1 9 を図示しない搬送機に渡したり、搬送機からシリコンウエハ 1 9 を受け取ったりすることができるとともに、シリコンウエハ 1 9 をセラミック基板 1 1 の加熱面 1 1 a に載置して加熱したり、シリコンウエハ 1 9 を加熱面 1 1 a から 5 0 ~ 5 0 0 0  $\mu$  m 離間させた状態で支持し、加熱することができるようになっている。

また、セラミック基板 1 1 に貫通孔や凹部を設け、この貫通孔または凹部に先端が尖頭状または半球状の支持ピンを挿入した後、支持ピンをセラミック基板 1 1 よりわずかに突出させた状態で固定し、この上記支持ピンでシリコンウエハ 1 9 を支持することにより、加熱面 1 1 a から 5 0 ~ 5 0 0 0  $\mu$  m 離間させた状態で加熱してもよい。

このセラミックヒータ 1 0 において、貫通孔 1 5 の内壁と抵抗発熱体 1 2 c、1 2 d との最短距離  $L_c$ 、 $L_d$  は、0. 1 ~ 2 0 mm の範囲内となっている。ここで、上記  $L_c$  および  $L_d$  は、少なくともどちらか一方が上記条件を満たしていればよいが、 $L_c$ 、 $L_d$  の両方とも上記条件を満たしていることが好ましい。

上記  $L_c$  および  $L_d$  が、2 0 mm を超えると貫通孔 1 5 から放出される熱量が抵抗発熱体 1 2 c、1 2 d より貫通孔 1 5 に供給される熱量を上回るため、貫通孔 1 5 周縁の温度が加熱面 1 1 a の温度よりも低くなり、加熱面 1 1 a にクーリ

ングスポットが発生してしまう。一方、上記 $L_c$ および $L_d$ が0.1mm未満であると、抵抗発熱体12c、12dより供給される熱量が大きくなるため、リフターピン16が過熱され、ホットスポットが発生しやすくなる。なお、 $L_c$ および $L_d$ が20mmを超えると、急速昇温でクラックが発生しやすくなる。

- 5 従って、上記 $L_c$ および $L_d$ が、0.1～20mmの範囲を外れると、加熱面11aを均一な温度に制御することができず、シリコンウエハ等の被加熱物を均一な温度に加熱することができなくなる。なお、図2中斜線で示した領域は、貫通孔15から $L_c$ および $L_d$ までの領域を示す。

- 貫通孔15の形成位置は、上述したような抵抗発熱体12c－12d間に限定  
10 はされず、その他、抵抗発熱体12b－12c間や抵抗発熱体12a－12b間に形成してもよい。この場合、抵抗発熱体12b－12c間および抵抗発熱体12a－12b間の距離を調節し、その間に貫通孔15の内壁と両側にある抵抗発熱体との最短距離が上記条件を満足するように貫通孔を設けてもよく、抵抗発熱体12a、12b、12cの位置は変えず、抵抗発熱体12a、12b、12c  
15 のいずれかとの最短距離が上記条件を満足するように、貫通孔15を形成してもよい。なお、貫通孔15の直径は0.05～20mmが好ましい。

抵抗発熱体12のパターンとしては、図1に示した同心円形状と屈曲線形状との組み合わせのほかに、同心円形状、渦巻き形状、偏心円形状などの単独パターン、または、これらと屈曲線形状との組み合わせなどを挙げることができる。

- 20 上記セラミックヒータにおいて、上記抵抗発熱体からなる回路の数は1以上であれば特に限定されないが、加熱面を均一に加熱するためには、複数の回路が形成されていることが望ましく、特に図1に示したような、複数の同心円状の回路と屈曲線状の回路とを組み合わせたものが好ましい。

- 25 なお、図1に示したセラミックヒータでは、抵抗発熱体が底面に形成されているが、抵抗発熱体は、セラミック基板の内部に形成されていてもよい。

上記抵抗発熱体を、セラミック基板の内部に形成する場合、その形成位置は特に限定されないが、セラミック基板の底面からその厚さの60%までの位置に少なくとも1層形成されていることが好ましい。加熱面まで熱が伝搬する間に拡散し、加熱面での温度が均一になりやすいからである。



セラミック基板の内部または底面に抵抗発熱体を形成する際には、金属や導電性セラミックからなる導体ペーストを用いることが好ましい。

- 即ち、セラミック基板の内部に抵抗発熱体を形成する場合には、グリーンシート上に導体ペースト層を形成した後、グリーンシートを積層、焼成することにより、内部に抵抗発熱体を作製する。一方、表面に抵抗発熱体を形成する場合には、通常、焼成を行って、セラミック基板を製造した後、その表面に導体ペースト層を形成し、焼成することより、抵抗発熱体を作製する。

- 上記導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するため金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

上記金属粒子としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケルなどが好ましい。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

- 上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。 $0.1 \mu\text{m}$ 未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、 $100 \mu\text{m}$ を超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

- 上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってもよい。

上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、抵抗発熱体とセラミック基板との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

- 導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などが挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコールなどが挙げられる。増粘剤としては、セルロースなどが挙げられる。

抵抗発熱体用の導体ペーストをセラミック基板の表面に形成する際には、導体ペースト中に金属粒子のほかに金属酸化物を添加し、金属粒子および金属酸化物

を焼結させたものとするのが好ましい。このように、金属酸化物を金属粒子とともに焼結させることにより、セラミック基板と金属粒子とを密着させることができる。

5 金属酸化物を混合することにより、セラミック基板との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や非酸化物からなるセラミック基板の表面は、その表面がわずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子とセラミックとが密着するのではないかと考えられる。また、セラミック基板を構成するセラミックが酸化物の場合は、当然に表面が酸化物からなるので、密着性に優れた導体層が形成される。

10 上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 ( $B_2O_3$ )、アルミナ、イットリアおよびチタニアからなる群から選ばれる少なくとも1種が好ましい。

これらの酸化物は、抵抗発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善することができるからである。

15 上記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 ( $B_2O_3$ )、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合、重量比で、酸化鉛が1～10、シリカが1～30、酸化ホウ素が5～50、酸化亜鉛が20～70、アルミナが1～10、イットリアが1～50、チタニアが1～50であって、その合計が100重量部を超えない範囲で調整されていることが好ましい。

20 これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特にセラミック基板との密着性を改善することができる。

上記金属酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1重量%以上10重量%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して抵抗発熱体を形成した際の面積抵抗率は、1～45 m $\Omega$ /□が好ましい。

面積抵抗率が45 m $\Omega$ /□を超えると、印加電圧量に対して発熱量は小さくなりすぎて、表面に抵抗発熱体を設けたセラミック基板では、その発熱量を確保しにくいからである。

抵抗発熱体がセラミック基板の表面に形成される場合には、抵抗発熱体の表面

部分に、金属被覆層が形成されていることが好ましい。内部の金属焼結体が酸化されて抵抗値が変化するのを防止するためである。形成する金属被覆層の厚さは、 $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましい。

上記金属被覆層を形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルなどが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらのなかでは、ニッケルが好ましい。

なお、抵抗発熱体をセラミック基板の内部に形成する場合には、抵抗発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。また、上記抵抗発熱体は、金属線であってもよい。上記金属線としては、タングステン線、モリブデン線等を使用することができる。また、この金属線は螺旋状に形成させていてもよい。

本発明のセラミック基板は、 $100^\circ\text{C}$ 以上で使用することができる。

このように本発明のセラミック基板には、抵抗発熱体が設けられており、セラミックヒータとして使用することができる。

このセラミック基板を構成するセラミック材料は特に限定されるものではなく、例えば、窒化物セラミック、炭化物セラミック、酸化物セラミック等が挙げられる。

上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。

また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等が挙げられる。

上記酸化物セラミックとしては、金属酸化物セラミック、例えば、アルミナ、ジルコニア、コージュライト、ムライト等が挙げられる。

これらのセラミックは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

これらのセラミックのなかでは、窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が酸化物セラミックに比べて好ましい。熱伝導率が高いからである。

また、窒化物セラミックのなかでは、窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が $180 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と最も高いからである。

また、上記セラミック材料は、焼結助剤を含有していてもよい。上記焼結助剤としては、例えば、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物等が挙げられる。これらの焼結助剤のなかでは、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}$ が好ましい。これらの含有量としては、0.1～20重量%  
5 が好ましい。また、アルミナを含有していてもよい。

本発明にかかるセラミック基板は、明度がJIS Z 8721の規定に基づく値でN6以下のものであることが望ましい。このような明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。また、このようなセラミック基板は、サーモビュアにより、正確な表面温度測定が可能となる。

10 ここで、明度のNは、理想的な黒の明度を0とし、理想的な白の明度を10とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚が等歩度となるように各色を10分割し、N0～N10の記号で表示したものである。

そして、実際の測定は、N0～N10に対応する色票と比較して行う。この場合の小数点1位は0または5とする。

15 このような特性を有するセラミック基板は、セラミック基板中にカーボンを100～5000ppm含有させることにより得られる。カーボンには、非晶質のものと結晶質のものとがあり、非晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における体積抵抗率の低下を抑制することでき、結晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における熱伝導率の低下を抑制することができるため、その製造する基  
20 板の目的等に応じて適宜カーボンの種類を選択することができる。

非晶質のカーボンは、例えば、C、H、Oだけからなる炭化水素、好ましくは、糖類を、空気中で焼成することにより得ることができ、結晶質のカーボンとしては、グラファイト粉末等を用いることができる。

また、アクリル系樹脂を不活性雰囲気下で熱分解させた後、加熱加圧すること  
25 によりカーボンを得ることができるが、このアクリル系樹脂の酸価を変化させることにより、結晶性（非晶性）の程度を調整することもできる。

セラミック基板の形状は、円板形状が好ましく、その直径は、190mm以上、特に200mm以上が好ましく、250mm以上が最適である。

円板形状のセラミック基板は、温度の均一性が要求されるが、直径の大きな基

板ほど温度が不均一になりやすいからである。

セラミック基板の厚さは、50 mm以下が好ましく、20 mm以下がより好ましい。また、1～5 mmが最適である。

さらに、1.5 mmを超えることが望ましい。セラミック基板の厚さが1.5 mmを超えると貫通孔からの放熱が大きくなり、温度の不均一が発生しやすくなるからである。

また、セラミック基板の厚さが薄すぎると、高温で加熱する際に反りが発生しやすく、一方、厚過ぎると熱容量が大きくなりすぎて昇温降温特性が低下する。

また、セラミック基板の気孔率は、0または5%以下が好ましい。上記気孔率はアルキメデス法により測定する。

高温での熱伝導率の低下、反りの発生を抑制することができるからである。

本発明では、必要に応じてセラミック基板に熱電対を埋め込んでおくことができる。熱電対により抵抗発熱体の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を代えて、温度を制御することができるからである。

上記熱電対の金属線の接合部位の大きさは、各金属線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、0.5 mm以下がよい。このような構成によって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウエハの加熱面の温度分布が小さくなるのである。

上記熱電対としては、例えば、JIS-C-1602(1980)に挙げられるように、K型、R型、B型、E型、J型、T型熱電対が挙げられる。

本発明の抵抗発熱体を備えたセラミック基板は、半導体の製造や半導体の検査を行うために用いられるセラミック基板であり、具体的な装置としては、例えば、静電チャック、ウエハプローバ、サセプタ、ホットプレート(セラミックヒータ)等が挙げられる。

これらのセラミック基板はいずれも、例えば、図1で説明したような構成の抵抗発熱体を備えている。

上述したセラミックヒータ(ホットプレート)は、セラミック基板の表面または内部に抵抗発熱体のみが設けられた装置であり、これにより、半導体ウエハ等

の被加熱物を所定の温度に加熱することができる。

本発明のセラミック基板の内部に静電電極を設けた場合には、静電チャックとして機能する。

図4 (a) は、静電チャックを模式的に示す縦断面図であり、(b) は、(a) 5 ) に示した静電チャックのA-A線断面図である。

この静電チャック20では、セラミック基板21の内部にチャック正負電極層22、23が埋設され、その電極上にセラミック誘電体膜25が形成されている。また、セラミック基板21の内部には、抵抗発熱体24が設けられ、シリコンウエハ19を加熱することができるようになっている。なお、セラミック基板21 10 には、必要に応じて、RF電極が埋設されていてもよい。

また、図4には示していないが、この静電チャック20には、シリコンウエハ19を運搬等するためのリフターピン用等の貫通孔が形成されている。この貫通孔の形成条件は、上述したセラミックヒータと同様である。

また、(b) に示したように、静電チャック20は、通常、平面視円形状に形成されており、セラミック基板21の内部に図4に示した半円弧状部22aと櫛 15 歯部22bとからなるチャック正極静電層22と、同じく半円弧状部23aと櫛歯部23bとからなるチャック負極静電層23とが、互いに櫛歯部22b、23bを交差するように対向して配置されている。

この静電チャックを使用する場合には、チャック正極静電層22とチャック負 20 極静電層23とにそれぞれ直流電源の+側と-側を接続し、直流電圧を印加する。これにより、この静電チャック上に載置された半導体ウエハが静電的に吸着されることになる。

図5および図6は、他の静電チャックにおける静電電極を模式的に示した水平断面図であり、図5に示す静電チャック70では、セラミック基板71の内部に 25 半円形状のチャック正極静電層72とチャック負極静電層73が形成されており、図6に示す静電チャック80では、セラミック基板81の内部に円を4分割した形状のチャック正極静電層82a、82bとチャック負極静電層83a、83bが形成されている。また、2枚のチャック正極静電層82a、82bおよび2枚のチャック負極静電層83a、83bは、それぞれ交差するよう形成されてい

る。

なお、円形等の電極が分割された形態の電極を形成する場合、その分割数は特に限定されず、5分割以上であってもよく、その形状も扇形に限定されない。

- 5 本発明のセラミック基板の表面にチャックトップ導体層を設け、内部にガード電極やグランド電極を設けた場合には、ウエハプローバ用セラミック基板（以下、単にウエハプローバという）として機能する。

図7は、本発明のセラミック基板の一例であるウエハプローバを模式的に示した断面図であり、図8は、その平面図であり、図9は、図7に示したウエハプローバにおけるA-A線断面図である。

- 10 このウエハプローバ101では、平面視円形状のセラミック基板3の表面に同心円形状の溝7が形成されるとともに、溝7の一部にシリコンウエハを吸引するための複数の吸引孔8が設けられており、溝7を含むセラミック基板3の大部分にシリコンウエハの電極と接続するためのチャックトップ導体層2が円形状に形成されている。

- 15 一方、セラミック基板3の底面には、シリコンウエハの温度をコントロールするために、図1に示したような同心円形状のパターンと屈曲線状のパターンとを組み合わせた抵抗発熱体41が設けられており、抵抗発熱体41の両端に形成された端子部には、外部端子が接続、固定されている。また、セラミック基板3の内部には、ストレイキャパシタやノイズを除去するために図9に示したような格子形状のガード電極5とグランド電極6とが設けられている。なお、ガード電極5に矩形形状の電極非形成部52が設けられているのは、ガード電極5を挟んだ上下のセラミック基板を互いに接着させるためである。

- 25 また、図7には示していないが、このウエハプローバ101でも、シリコンウエハを運搬等するためのリフターピン用等の貫通孔が形成されている。この貫通孔の形成条件は、上述したセラミックヒータと同様である。

このような構成のウエハプローバでは、その上に集積回路が形成されたシリコンウエハを載置した後、このシリコンウエハにテストピンを持つプローブカードを押しつけ、加熱、冷却しながら電圧を印加して、回路が正常に動作するか否かをテストする導通テストを行うことができる。

また、本発明のセラミック基板は、100～800℃で使用することができる。

次に、本発明のセラミック基板の製造方法の一例として、セラミックヒータの製造方法について説明する。

まず、図1に示したセラミック基板11の底面に抵抗発熱体12が形成された  
5 セラミックヒータの製造方法について説明する。

#### (1) セラミック基板の作製工程

上述した窒化アルミニウムなどの窒化物セラミックに必要な応じてイットリア等の焼結助剤やバインダ等を配合してスラリーを調製した後、このスラリーをスプレードライ等の方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧すること  
10 により板状などに成形し、生成形体（グリーン）を作製する。この際、カーボンを含有させてもよい。

次に、生成形体に、必要な応じて、シリコンウエハを運搬するためのリフターピン16を挿通する貫通孔15となる部分や熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔14となる部分やシリコンウエハを支持するための支持ピンを挿通するための貫通孔となる部分等を形成する。焼成後、製造したセラミック基板にドリル等を用いて、有底孔や貫通孔を形成してもよい。  
15

次に、この生成形体を加熱、焼成して焼結させ、セラミック製の板状体を製造する。この後、所定の形状に加工することにより、セラミック基板11を作製するが、焼成後にそのまま使用することができる形状としてもよい。加圧しながら  
20 加熱、焼成を行うことにより、気孔のないセラミック基板11を製造することが可能となる。加熱、焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物セラミックでは、1000～2500℃である。

#### (2) セラミック基板に導体ペーストを印刷する工程

導体ペーストは、一般に、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導体ペーストをスクリーン印刷などを用い、抵抗発熱体を設けようとする部分に印刷を行うことにより、導体ペースト層を形成する。また、抵抗発熱体は、セラミック基板全体を均一な温度にする必要があることから、図1に示すような同心円状と屈曲線状とを組み合わせたパターンに印刷することが好ましい。  
25 導体ペースト層は、焼成後の抵抗発熱体12の断面が、方形で、偏平な形状とな



るように形成することが好ましい。

### (3) 導体ペーストの焼成

セラミック基板 11 の底面に印刷した導体ペースト層を加熱焼成して、樹脂、溶剤を除去するとともに、金属粒子を焼結させ、セラミック基板 11 の底面に焼き付け、抵抗発熱体 12 を形成する。加熱焼成の温度は、500～1000℃が好ましい。

導体ペースト中に上述した金属酸化物を添加しておくこと、金属粒子、セラミック基板および金属酸化物が焼結して一体化するため、抵抗発熱体とセラミック基板との密着性が向上する。

### 10 (4) 金属被覆層の形成

抵抗発熱体 12 表面には、金属被覆層を設けることが望ましい。

金属被覆層は、電解めっき、無電解めっき、スパッタリング等により形成することができるが、量産性を考慮すると、無電解めっきが最適である。

### (5) 端子等の取り付け

15 抵抗発熱体 12 のパターンの端部に電源との接続のための外部端子を半田等を用いて取り付ける。また、有底孔 14 に熱電対を挿入し、ポリイミド等の耐熱樹脂、セラミックで封止し、セラミックヒータ 10 とする。

上記セラミックヒータを製造する際に、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより静電チャックを製造することができ、また、加熱面にチャックトップ導体層を設け、セラミック基板の内部にガード電極やグランド電極を設けることによりウエハプローバを製造することができる。

セラミック基板の内部に電極を設ける場合には、金属箔等をセラミック基板の内部に埋設すればよい。また、セラミック基板の表面に導体層を形成する場合には、スパッタリング法やめっき法を用いることができ、これらを併用してもよい。

25 次に、図 10 に基づき、セラミック基板の内部に抵抗発熱体が形成されたセラミックヒータの製造方法について説明する。

### (1) セラミック基板の作製工程

まず、窒化物セラミックの粉末をバインダ、溶剤等と混合してペーストを調製し、これを用いてグリーンシートを作製する。

上述したセラミック粉末としては、窒化アルミニウムなどを使用することができ、必要に応じて、イットリア等の焼結助剤を加えてもよい。

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

- 5      さらに溶媒としては、 $\alpha$ -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート50を作製する。

グリーンシート50の厚さは、0.1～5mmが好ましい。

- 10      次に、得られたグリーンシート50に、必要に応じて、シリコンウエハを運搬するためのリフターピンを挿入する貫通孔となる部分、熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分、シリコンウエハを支持する支持ピンを挿入するための貫通孔となる部分、抵抗発熱体を外部の外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分380等を形成する。後述するグリーンシート積層体を形成した後、または、上記積層体を形成し、焼成した後に上記加工を行ってもよい。
- 15

#### (2) グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

グリーンシート50上に、金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導体ペーストを印刷し、導体ペースト層320を形成する。

- これらの導電ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれて
- 20      いる。

タングステン粒子またはモリブデン粒子の平均粒子径は、0.1～5 $\mu$ mが好ましい。平均粒子が0.1 $\mu$ m未満であるか、5 $\mu$ mを超えると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

- このような導体ペーストとしては、例えば、金属粒子または導電性セラミック
- 25      粒子85～87重量部；アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5～10重量部；および、 $\alpha$ -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種の溶媒を1.5～10重量部を混合した組成物（ペースト）が挙げられる。

#### (3) グリーンシートの積層工程

導体ペーストを印刷していないグリーンシート 50 を、導体ペーストを印刷したグリーンシート 50 の上下に積層する（図 10（a））。

このとき、上側に積層するグリーンシート 50 の数を下側に積層するグリーンシート 50 の数よりも多くして、抵抗発熱体の形成位置を底面側の方向に偏芯させる。

具体的には、上側のグリーンシート 50 の積層数は 20 ～ 50 枚が、下側のグリーンシート 50 の積層数は 5 ～ 20 枚が好ましい。

#### （4）グリーンシート積層体の焼成工程

グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシート 50 および内部の導体ペースト層 320 を焼結させる（図 10（b））。

加熱温度は、1000 ～ 2000℃が好ましく、加圧の圧力は、10 ～ 20 MPa が好ましい。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素などを使用することができる。

上述したように、焼成を行った後に、測温素子を挿入するための有底孔を設けてもよい。有底孔は、表面研磨後に、ドリル加工やサンドブラストなどのブラスト処理を行うことにより形成することができる。また、内部の抵抗発熱体 32 と接続するためのスルーホール 38 を露出させるために袋孔 37 を形成し（図 10（c））、この袋孔 37 に外部端子 17 を挿入し、加熱してリフローすることにより、外部端子 17 を接続する（図 10（d））。加熱温度は、半田処理の場合には 90 ～ 450℃が好適であり、ろう材での処理の場合には、900 ～ 1100℃が好適である。

さらに、測温素子としての熱電対などを耐熱性樹脂等で封止し、セラミックヒータとする。

このセラミックヒータでは、その上にシリコンウエハ等を載置するか、または、シリコンウエハ等を支持ピンで保持させた後、シリコンウエハ等の加熱や冷却を行いながら、種々の操作を行うことができる。

上記セラミックヒータを製造する際に、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより静電チャックを製造することができ、また、加熱面にチャックトップ導体層を設け、セラミック基板の内部にガード電極やグランド電極を設ける

ことによりウェハプローバを製造することができる。

- セラミック基板の内部に電極を設ける場合には、抵抗発熱体を形成する場合と同様にグリーンシートの表面に導体ペースト層を形成すればよい。また、セラミック基板の表面に導体層を形成する場合には、スパッタリング法やめっき法を用
- 5 いることができ、これらを併用してもよい。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例 1) セラミックヒータの製造 (図 1 参照)

- 10 (1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径  $1.1 \mu\text{m}$ ) 100 重量部、酸化イットリウム ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ : イットリア、平均粒径  $0.4 \mu\text{m}$ ) 4 重量部、アクリル系樹脂バインダ 12 重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

- (2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体 (グ
- 15 リーン) を得た。

(3) 加工処理の終わった生成形体を温度:  $1800^\circ\text{C}$ 、圧力:  $20\text{MPa}$  でホットプレスし、厚さが  $3\text{mm}$  の窒化アルミニウム焼結体を得た。

次に、この板状体から直径  $210\text{mm}$  の円板体を切り出し、セラミック性の板状体 (セラミック基板 11) とした。

- 20 次に、この板状体にドリル加工を施し、半導体ウェハを運搬するためのリフターピンを挿入する貫通孔、熱電対を埋め込むための有底孔 (直径:  $1.1\text{mm}$ 、深さ:  $2\text{mm}$ ) を形成した。

- (4) 上記 (3) で得た焼結体の底面に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図 1 に示したような同心円形状と屈曲線形状とを組み合わせたパターンとした。
- 25

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベスト PS603D を使用した。

この導体ペーストは、銀-鉛ペーストであり、銀 100 重量部に対して、酸化鉛 (5 重量%)、酸化亜鉛 (55 重量%)、シリカ (10 重量%)、酸化ホウ素

(25重量%)およびアルミナ(5重量%)からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が $4.5\mu\text{m}$ で、リン片状のものであった。

- (5) 次に、導体ペーストを印刷した焼結体を $780^{\circ}\text{C}$ で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともに焼結体に焼き付け、抵抗発熱体を形成した。銀-鉛の抵抗発熱体12は、その端子部近傍で、厚さが $5\mu\text{m}$ 、幅が $2.4\text{mm}$ 、面積抵抗率が $7.7\text{m}\Omega/\square$ であった。

また、上記リフターピンを挿入するための貫通孔の内壁と上記抵抗発熱体との最短距離は、 $L_c 1\text{mm}$ 、 $L_d 2\text{mm}$ であった。

- (6) 次に、硫酸ニッケル $80\text{g}/\text{l}$ 、次亜リン酸ナトリウム $24\text{g}/\text{l}$ 、酢酸ナトリウム $12\text{g}/\text{l}$ 、ほう酸 $8\text{g}/\text{l}$ 、塩化アンモニウム $6\text{g}/\text{l}$ を含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(5)で作製した焼結体を浸漬し、銀-鉛の抵抗発熱体12の表面に厚さ $1\mu\text{m}$ の金属被覆層120(ニッケル層)を析出させた。

- (7) 電源との接続を確保するための端子部に、スクリーン印刷により、銀-鉛半田ペースト(田中貴金属社製)を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコバール製の外部端子17を載置して、 $420^{\circ}\text{C}$ で加熱リフローし、抵抗発熱体の端子部に外部端子17を取り付けた。

- (8) 温度制御のための熱電対を有底孔に挿入し、ポリイミド樹脂を充填し、 $190^{\circ}\text{C}$ で2時間硬化させ、セラミックヒータ10(図1参照)を得た。

#### (実施例2) セラミックヒータの製造

貫通孔15の内壁と抵抗発熱体との距離 $L_c 7\text{mm}$ 、 $L_d 7\text{mm}$ とした以外は実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造した。

#### (実施例3) セラミックヒータの製造

- 貫通孔15の内壁と抵抗発熱体との距離 $L_c 18\text{mm}$ 、 $L_d 18\text{mm}$ とした以外は実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造した。

#### (実施例4) セラミックヒータの製造(図10参照)

(1) 窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径: $1.1\mu\text{m}$ )100重量部、イットリア(平均粒径: $0.4\mu\text{m}$ )4重量部、アクリルバインダ12

重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法により成形を行って、厚さ 0.47 mm のグリーンシート 50 を作製した。

(2) 次に、このグリーンシート 50 を 80℃ で 5 時間乾燥させた後、シリコンウエハを運搬するリフターピンを挿入するための貫通孔 15 となる部分とシリコンウエハを支持する支持ピンとなる部分とをパンチングにより形成した。

(3) 平均粒子径 1  $\mu$ m のタングステンカーバイド粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3.0 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3.5 重量部および分散剤 0.3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。

10 平均粒子径 3  $\mu$ m のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.9 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3.7 重量部および分散剤 0.2 重量部を混合して導体ペースト B を調製した。

この導体ペースト A をグリーンシート 50 上にスクリーン印刷で印刷し、抵抗発熱体用の導体ペースト層 320 を形成した。印刷パターンは、図 1 に示したような同心円形状と屈曲線形状のパターンの組み合わせとし、導体ペースト層の幅  
15 を 10 mm、その厚さを 12  $\mu$ m とした。

上記処理の終わったグリーンシートに、導体ペーストを印刷しないグリーンシートを上側（加熱面）に 37 枚、下側に 13 枚、130℃、8 MPa の圧力で積層した（図 10 (a)）。

20 (4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃ で 5 時間脱脂し、1890℃、圧力 15 MPa で 10 時間ホットプレスし、厚さ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。これを 230 mm の円板状に切り出し、内部に厚さ 6  $\mu$ m、幅 10 mm（アスペクト比：1666）の抵抗発熱体 12 を有するセラミック基板 11 とした（図 10 (b)）。このとき、リフターピンを挿入するための貫通孔  
25 と上記抵抗発熱体との距離は、 $L_c$  7 mm、 $L_d$  7 mm であった。

(5) 次に、(4) で得られたセラミック基板 11 を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC 等によるブラスト処理等で表面に熱電対のための有底孔 14 を設けた。

(6) さらに、スルーホール 38 が露出するように袋孔 37 を形成し（図 10

(c))、この袋孔 37 に外部端子 17 を挿入した後、Ni-Au 合金 (Au : 82 重量%、Ni : 18 重量%) からなる金ろうを用い、1030℃で加熱、リフローして、外部端子 17 をスルーホール 38 に接続した (図 10 (d))。

- (7) 次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、セラミックヒータ 10 の製造を完了した。

(比較例 1)

貫通孔 15 の内壁と抵抗発熱体 12 c、12 d との距離を 25 mm とした以外は、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造した。

(試験例 1)

- 10 貫通孔 15 の内壁と抵抗発熱体 12 c、12 d との距離を 0.05 mm とした以外は、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造した。

(比較例 2)

セラミック基板の厚さを 1.0 mm とした以外は、比較例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造した。

- 15 実施例 1～4、比較例 1、2、および、試験例 1 のセラミックヒータについて、通電を行って 200℃まで加熱し、加熱面全体の温度をサーモビューア (日本データム社製 IR162012-0012) で測定した。

- また、貫通孔にステンレスピンを挿入し、発熱体に 200 V の電圧を印加して 400℃まで昇温し、ステンレスピンと発熱体との間の短絡の有無をマルチメータで確認した。さらに、電圧を印加して 45 秒で 400℃まで急速昇温して貫通孔を起点とするクラックの有無を確認した。その結果を表 1 に示す。

表 1

	貫通孔との 距離(mm)	温度差 [ $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ ]	短絡の有無	クラックの有無
実施例1	1, 2	5	無	無
実施例2	7, 7	6	無	無
実施例3	18, 18	6	無	無
実施例4	7, 7	7	無	無
試験例1	0.05, 0.05	10	有	無
比較例1	25, 25	15	無	有
比較例2	25, 25	6	無	有

実施例1～3に係るセラミックヒータでは、加熱面全体がほぼ均一な温度であ  
 5 ったのに対し、比較例1に係るセラミックヒータでは、貫通孔15を中心に温度  
 が局所的に低いクーリングスポットが発生しており、試験例1に係るセラミッ  
 クヒータでは、貫通孔15を中心に温度が局所的に高いホットスポットが発生し  
 ており、共に加熱面に温度分布が生じていた。また、400℃でステンレスピン  
 と抵抗発熱体との間に電氣的な短絡が発生した。さらに、比較例1、2では、貫  
 10 通孔のうちの1つにクラックが発生していることを確認した。

また、このサーモビュアを用いて、加熱面の最高温度と最低温度との差( $\Delta T$   
 °C)を測定した。その結果を表1に示した。下記の表1に示すように実施例1～  
 4では、 $\Delta T$ は、5～7℃と小さかったのに対し、比較例1では、 $\Delta T$ は、15  
 °Cと大きくなっていた。

15 また、比較例2に係るセラミックヒータでは、 $\Delta T$ は6℃であり、セラミック  
 基板の厚さが薄い場合は、温度差が小さかった。

つまり、本発明に係るセラミック基板では、セラミック基板の厚さが1.5m  
 m以上の場合に貫通孔周辺で発生する温度差の問題を解消することができる。



### 産業上利用の可能性

- 以上説明したように、本発明に係るセラミック基板では、上記貫通孔の内壁から20mm以下の範囲に上記発熱体回路が形成されているため、クラックや短絡がなく、また、上記貫通孔にクーリングスポットやホットスポットが発生せず、
- 5 上記セラミック基板の加熱面全体の温度が均一になる。

## 請求の範囲

1. セラミック基板の表面または内部に1または2以上の回路からなる発熱体が配設されてなるとともに、貫通孔が設けられてなるセラミック基板であって、
- 5 前記貫通孔の内壁から20 mm以下の範囲に前記発熱体回路が形成されていることを特徴とするセラミック基板。

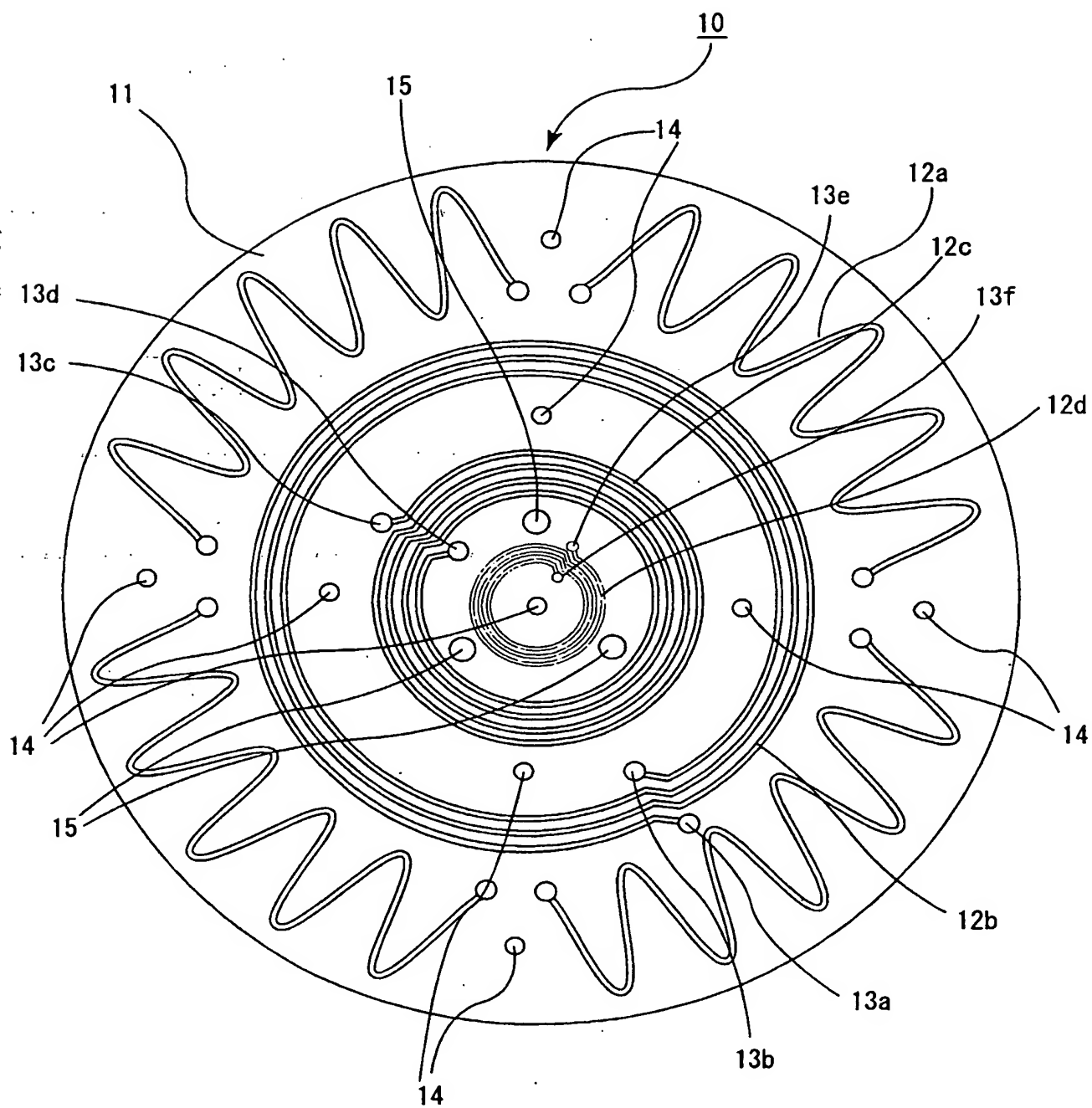
2. 前記貫通孔の内壁から0.1～20 mmの範囲に前記発熱体回路が形成されている請求の範囲1に記載のセラミック基板。

10

3. 前記セラミック基板の厚さは、1.5 mmを超える請求の範囲1または2に記載のセラミック基板。

1/8

图1



**This Page Blank (uspto)**

图2

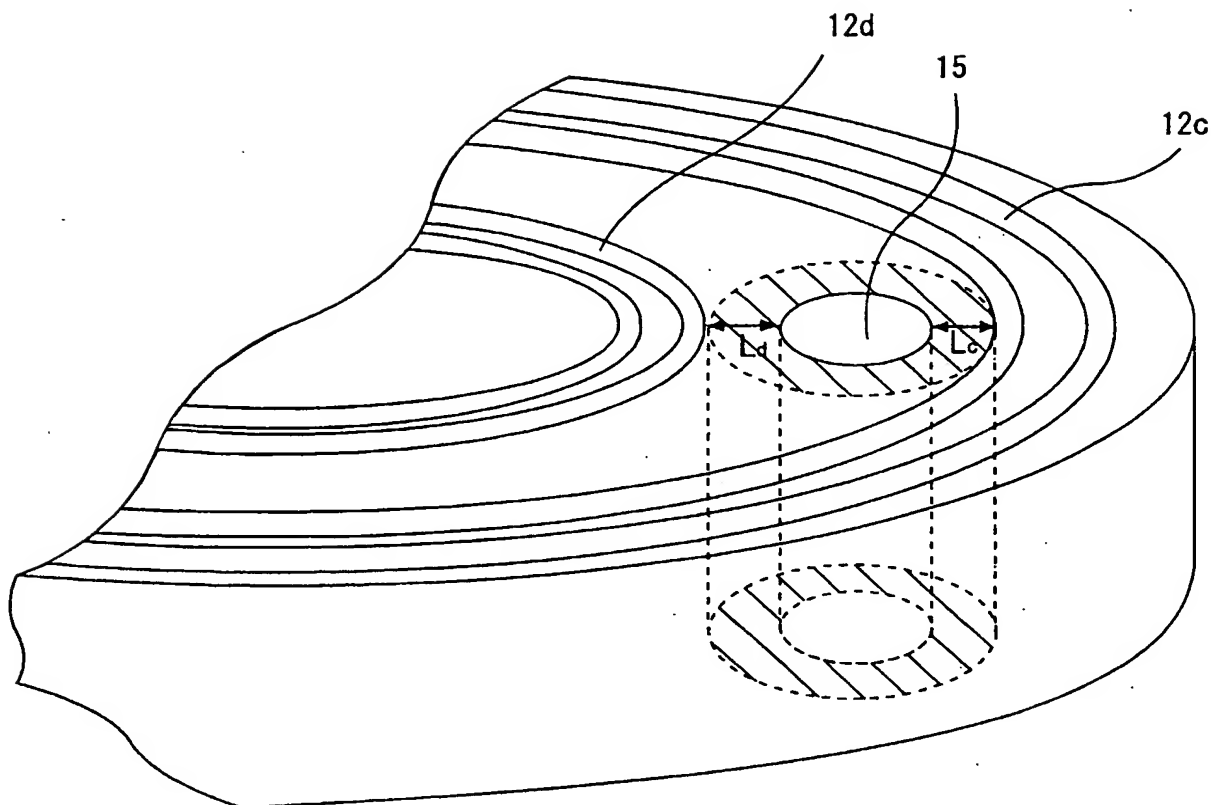
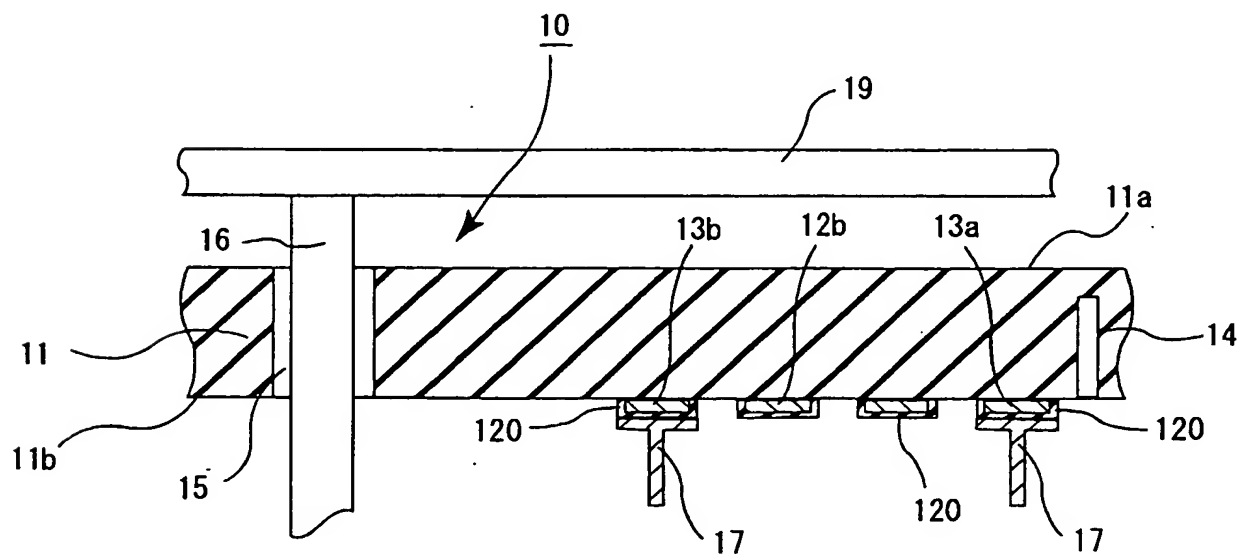


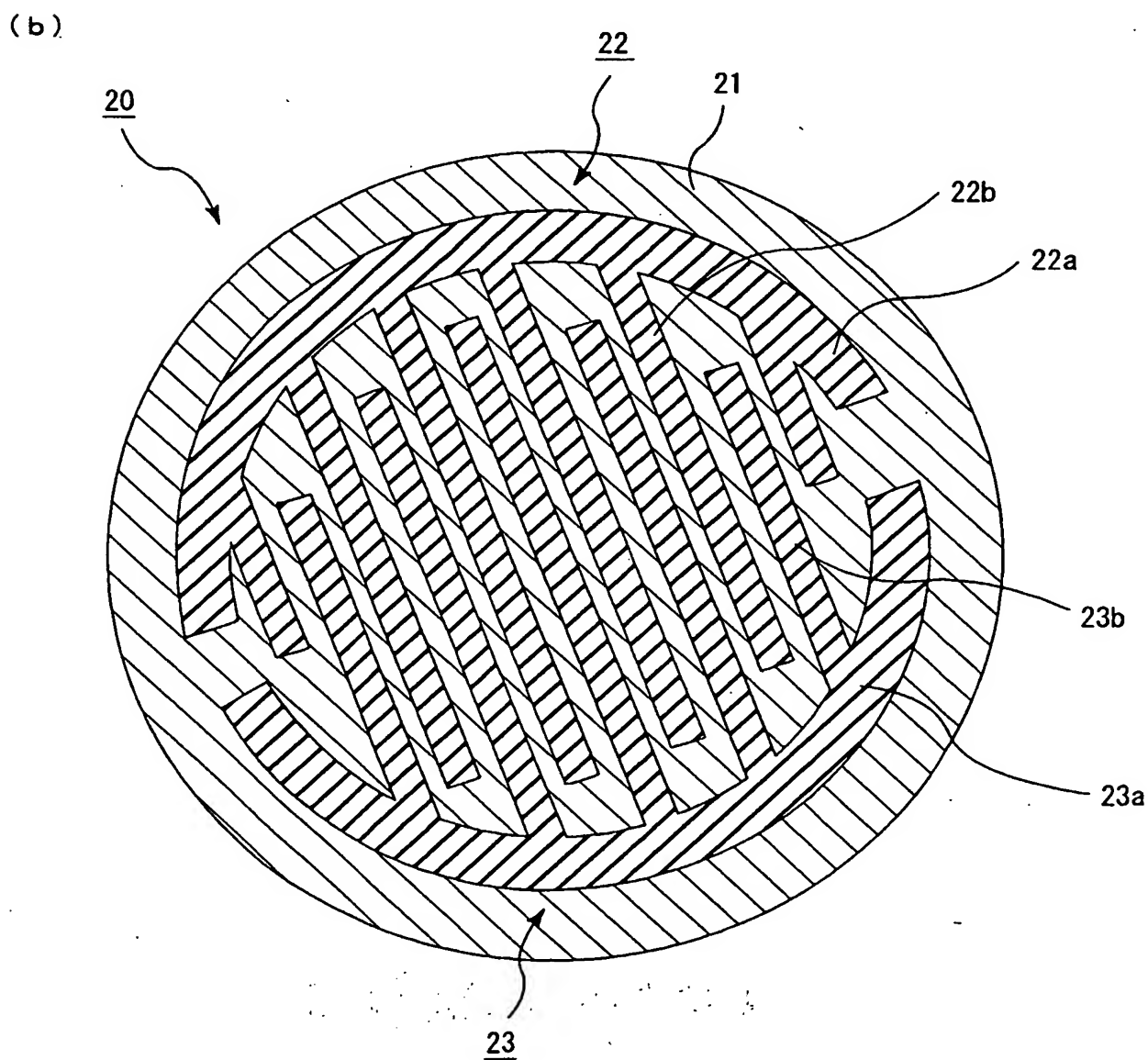
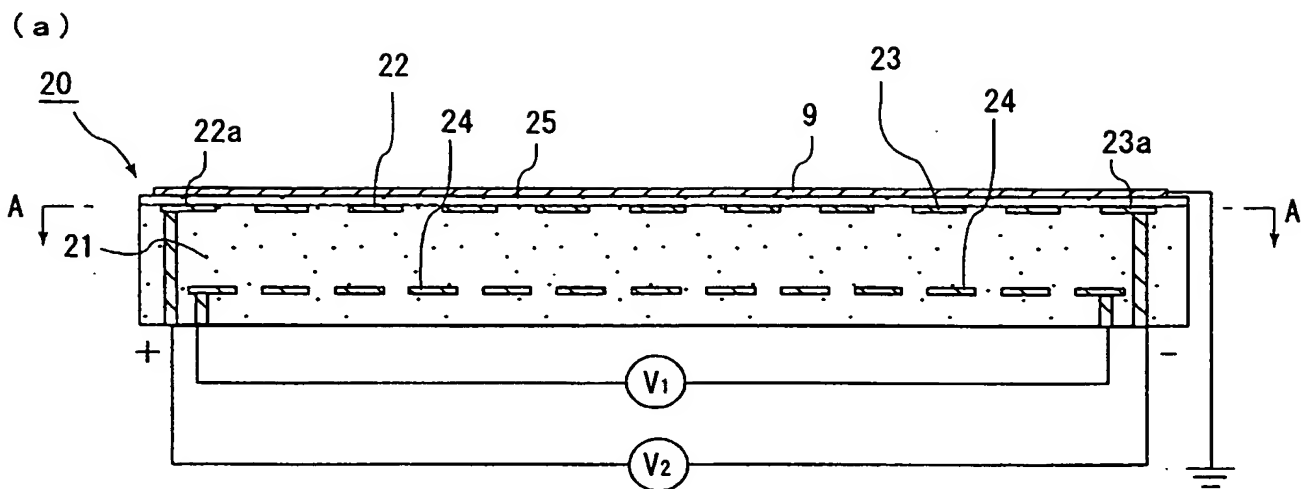
图3



**This Page Blank (uspto)**

3/8

図4

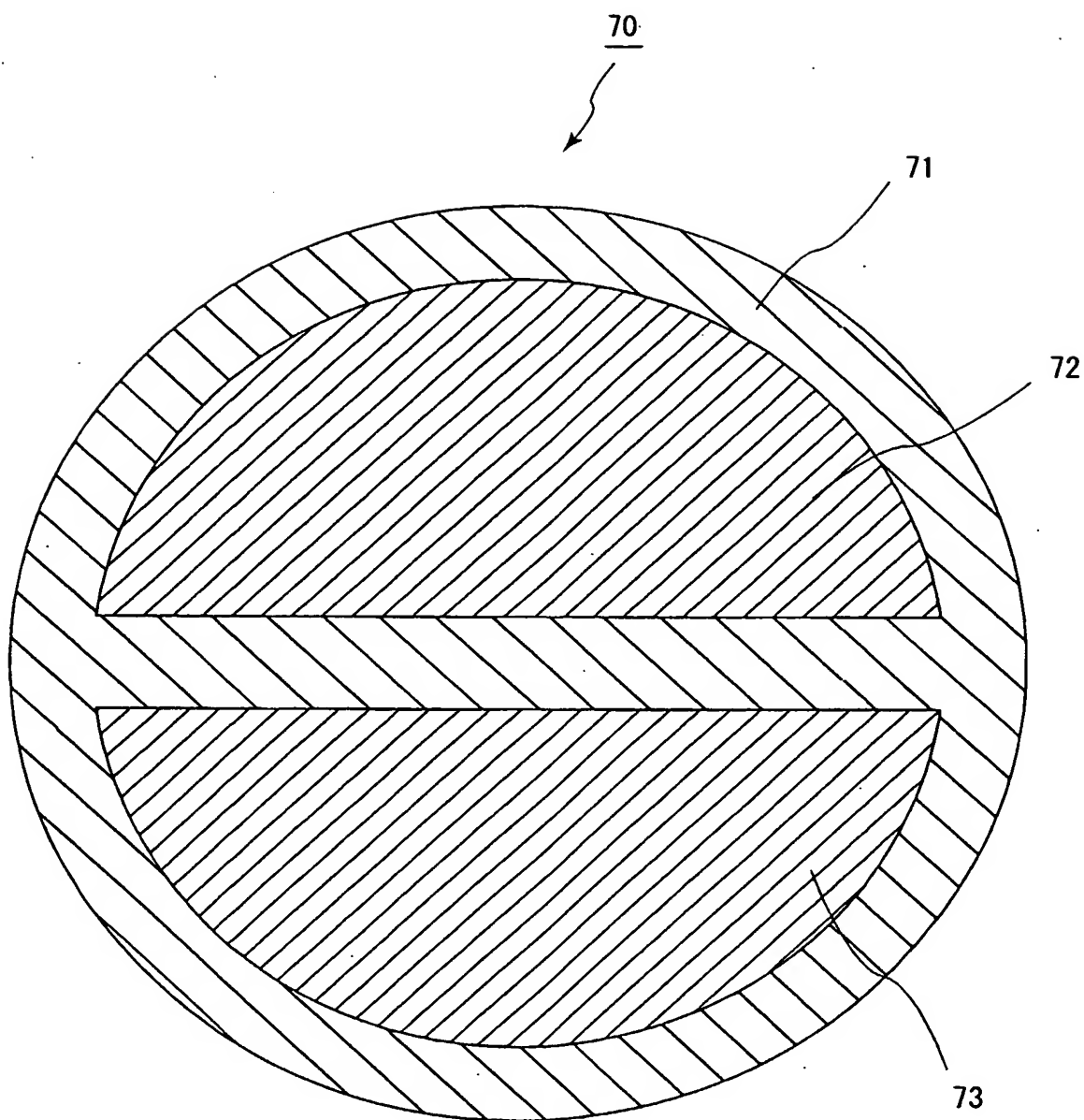


**This Page Blank (uspto)**



4/8

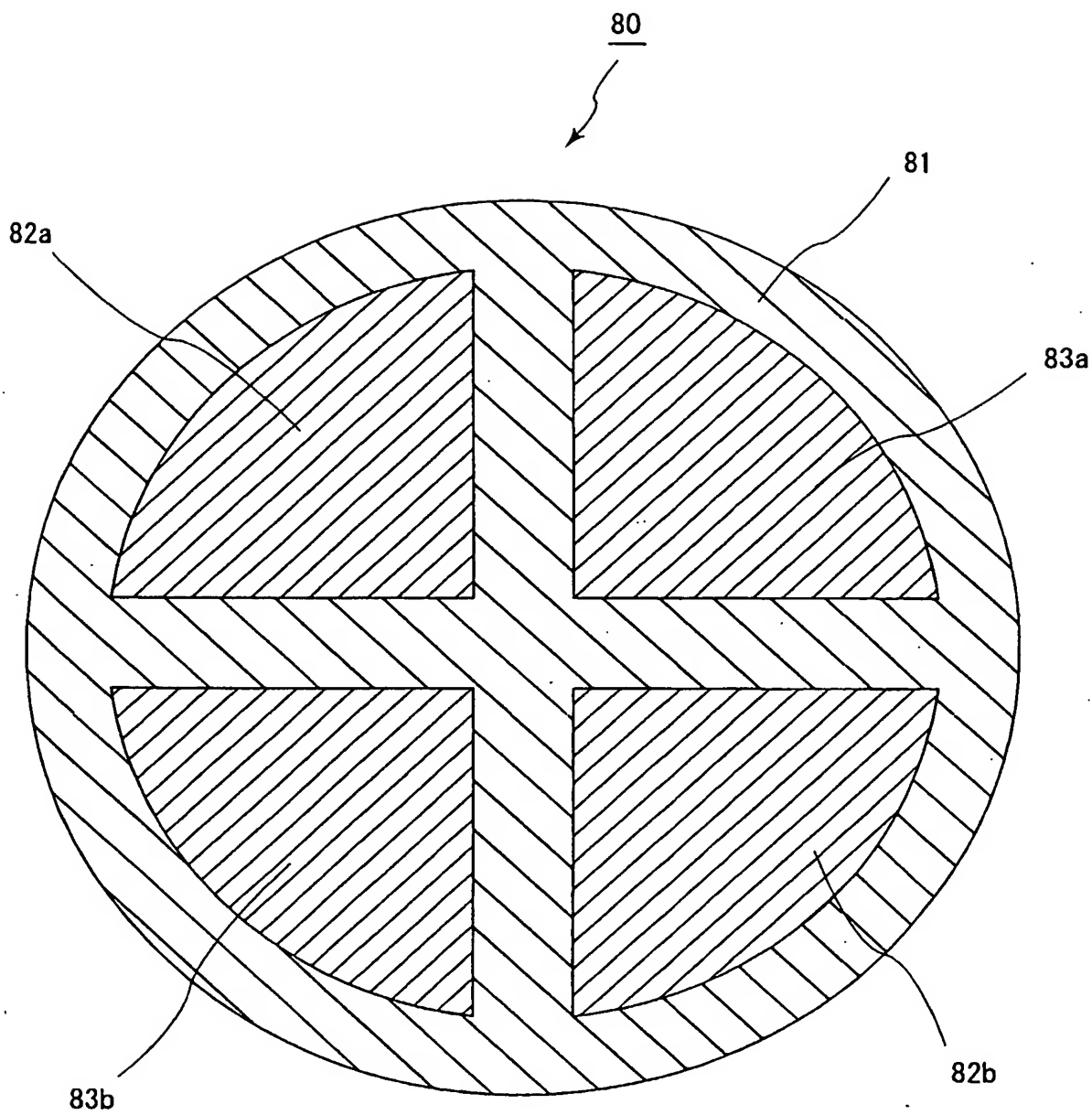
図5



**This Page Blank (uspto)**

5/8

図6



**This Page Blank (uspto)**

6/8

图7

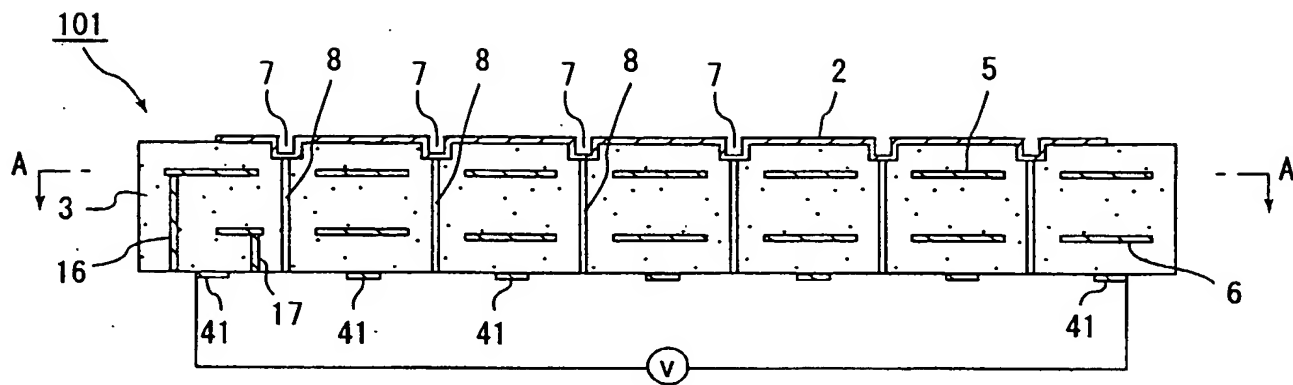
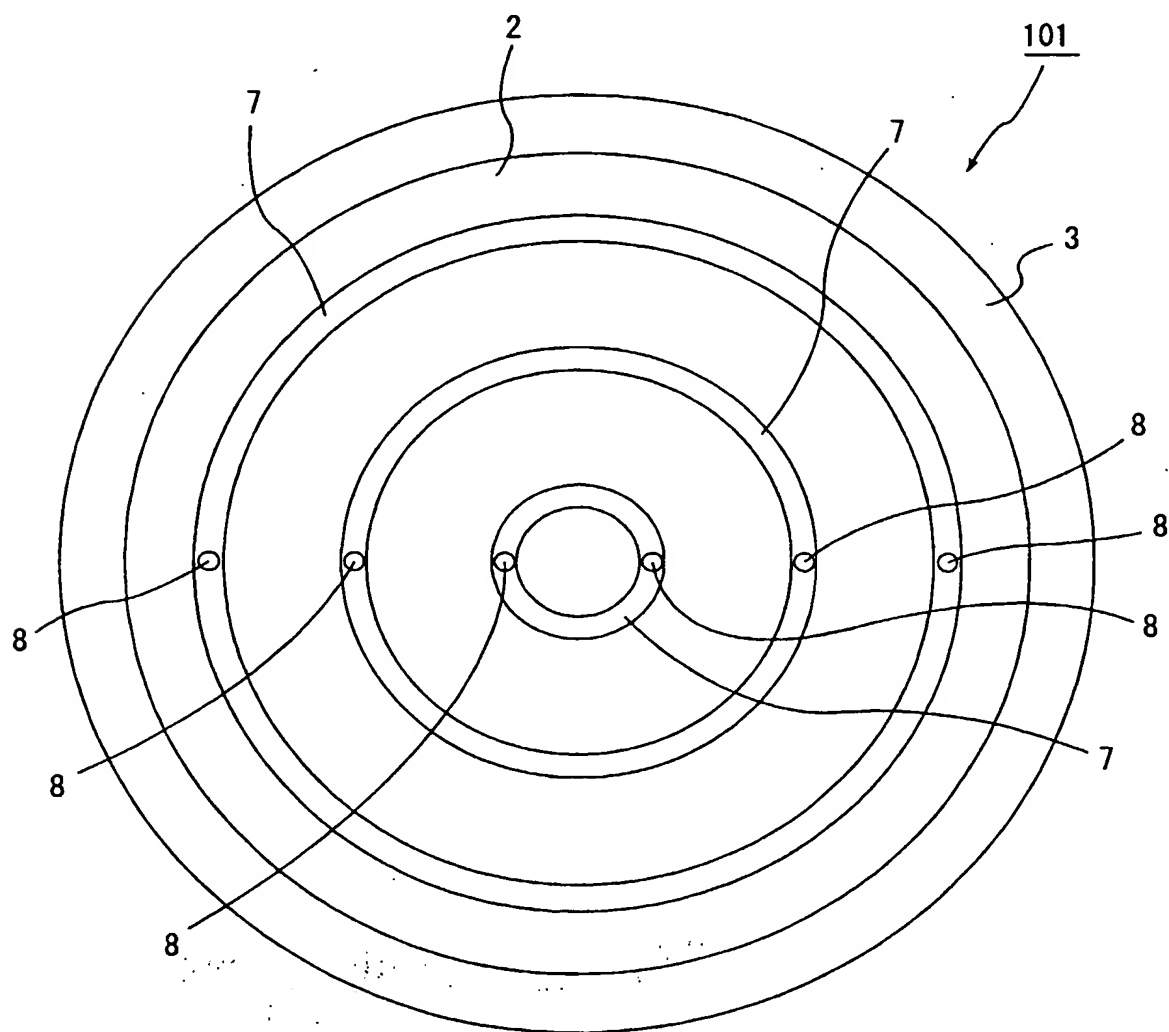


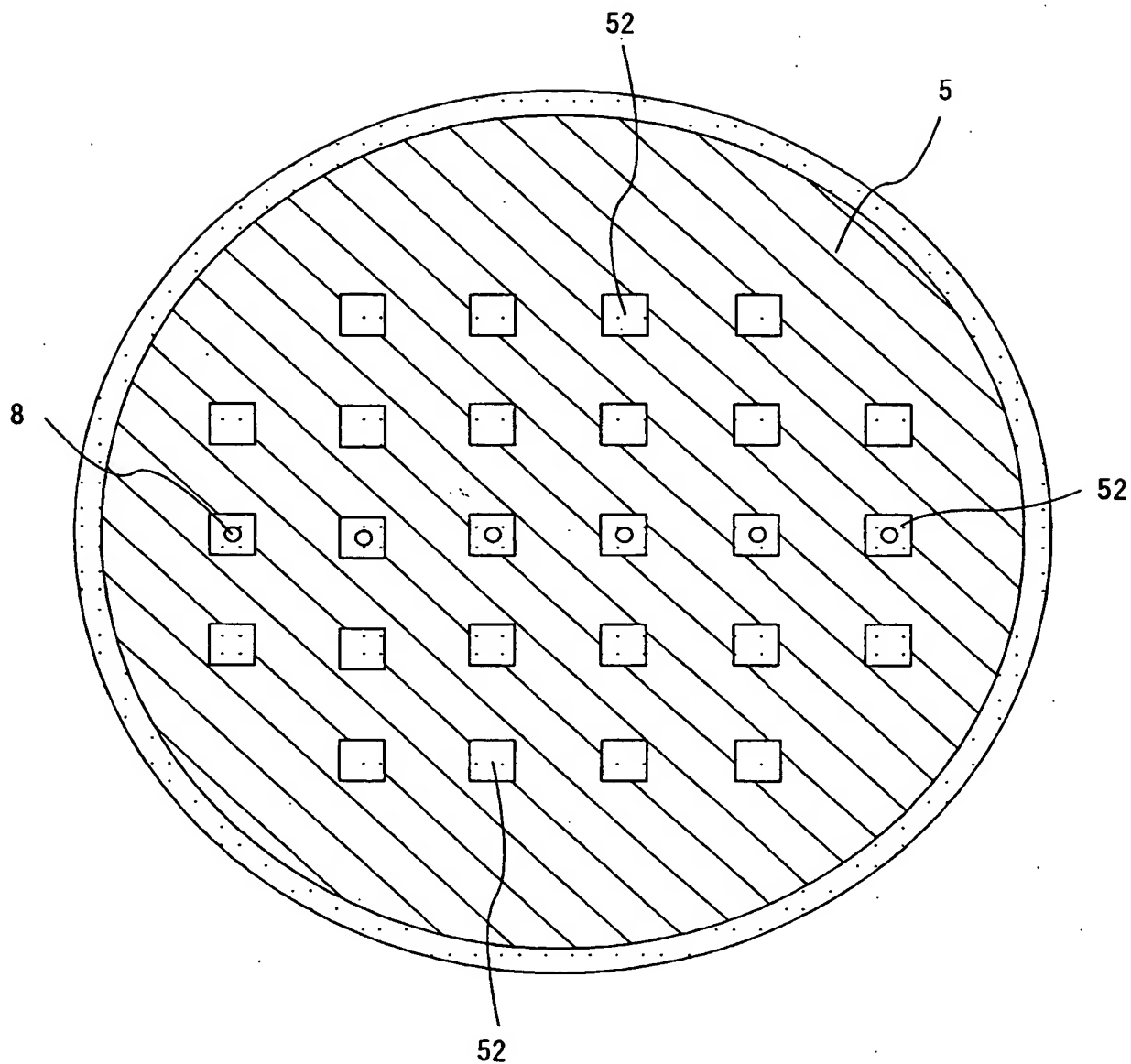
图8



**This Page Blank (uspto)**

7/8

図9

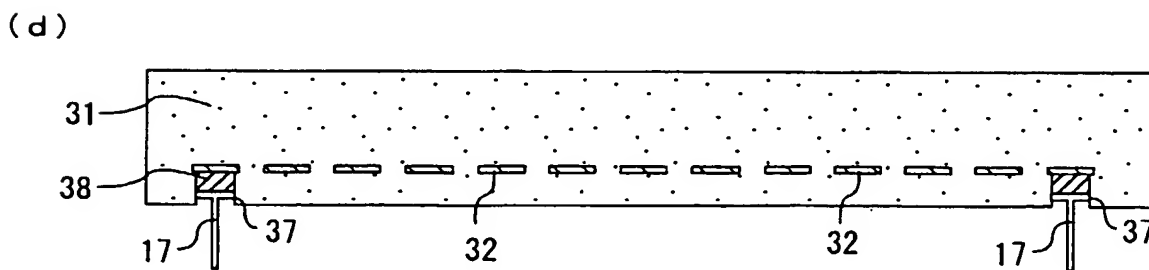
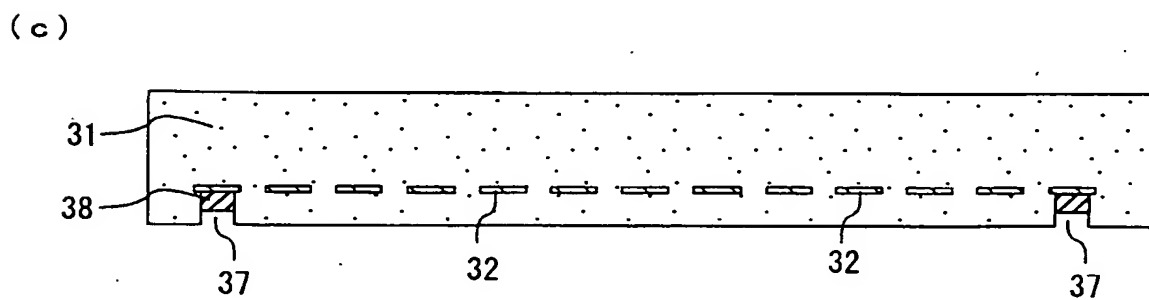
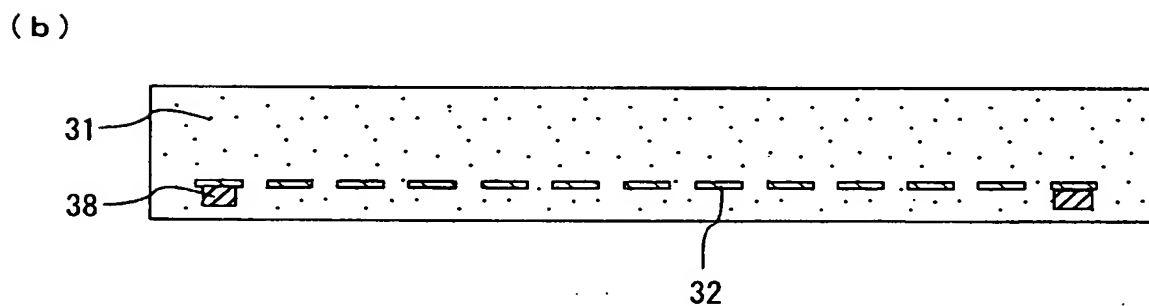
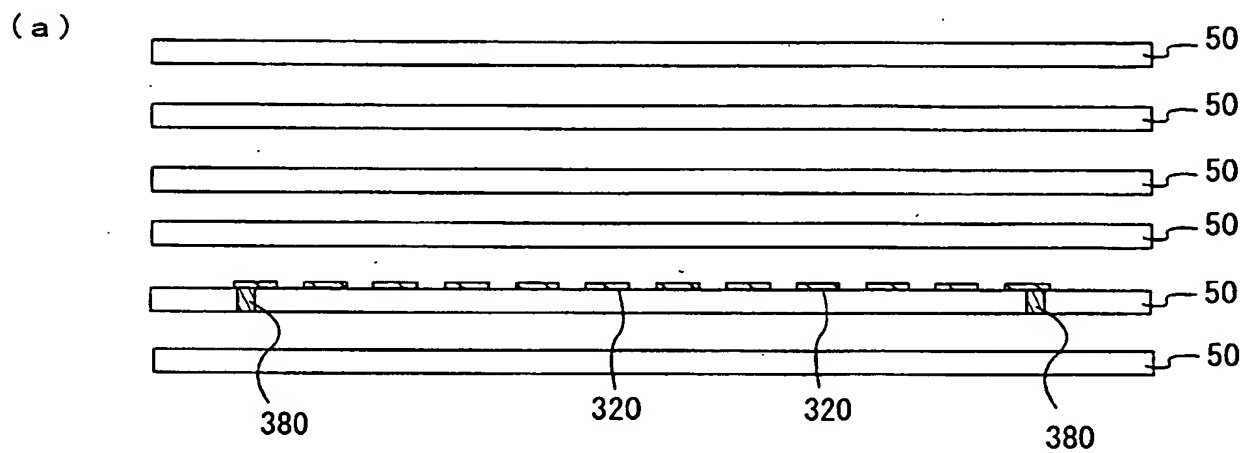


**This Page Blank (uspto)**



8/8

図10



**This Page Blank (uspto)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03027

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H05B3/10, H05B3/20, 393, H05B3/68, H05B3/16, H01L21/66, H01L21/68

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H05B3/10, H05B3/20, 393, H05B3/68, H05B3/16, H01L21/66, H01L21/68, H01L21/025, H05B3/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-283729, A (Ibiden Co., Ltd.), 15 October, 1999 (15.10.99), Full text; Fig. 2 (Family: none)	1-3
X	JP, 11-40330, A (Ibiden Co., Ltd.), 12 February, 1999 (12.02.99), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 May, 2001 (30.05.01)Date of mailing of the international search report  
12 June, 2001 (12.06.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**This Page Blank (uspto)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> H05B3/10, H05B3/20, 393, H05B3/68, H05B3/16, H01L21/66, H01L21/68

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> H05B3/10, H05B3/20, 393, H05B3/68, H05B3/16, H01L21/66, H01L21/68, H01L21/025, H05B3/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996  
 日本国公開実用新案公報 1971-2001  
 日本国登録実用新案公報 1994-2001  
 日本国実用思案登録公報 1996-2001

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-283729, A (イビデン株式会社) 15. 10月. 1999 (15. 10. 99) 全文、第2図 (ファミリーなし)	1-3
X	JP, 11-40330, A (イビデン株式会社) 12. 02月. 1999 (12. 02. 99) 全文、第1図 (ファミリーなし)	1-3

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 05. 01

国際調査報告の発送日

12.06.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

豊島 唯

3L

9432

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

**This Page Blank (uspto)**

E P • U S P C T

## 国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)  
(P C T 1 8 条、P C T 規則43、44)

出願人又は代理人 の書類記号 I B 5 9 3 W O	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0 ) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 1 / 0 3 0 2 7	国際出願日 (日.月.年) 0 9 . 0 4 . 0 1	優先日 (日.月.年) 1 0 . 0 4 . 0 0
出願人 (氏名又は名称) イビデン株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 ( P C T 1 8 条 ) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

- a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。  
☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。
- b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。  
☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。  
☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。  
☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 ( P C T 規則38.2(b) ) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、  
 第 2 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。 ☐ なし  
☒ 出願人は図を示さなかった。  
☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

**This Page Blank (uspto)**